

目 次

第1章 はじめに	1
1.1 法工学とはなにか	1
1.2 欧米での法工学	2
1.3 日本での法工学	3
第2章 法工学概論	8
2.1 工学	8
2.2 法工学	8
2.3 法から見た工学	9
2.4 法工学の役割と解析フレームワーク	11
2.5 社会との関わり	12
第3章 製造業と法工学	14
3.1 製造業から見た法工学的背景	14
3.2 生産者・サービス提供者が検討すべき項目	15
3.2.1 製造物・製品やサービスの責任担当(部署)	15
3.2.2 設計技術者	16
3.2.3 品質保証手順	16
3.2.4 マニュアル, 取扱説明書, 表示ラベル	17
3.2.5 マーケティング・暗黙の保証	18
3.2.6 厳重な包装と出荷手順	18
3.2.7 得意先の苦情およびクレームを公平・慎重に扱う手順	19
3.2.8 記録の保存管理	19
3.3 まとめ	20
第4章 事件・事故・故障解析と事故・故障調査フレームワーク	21
4.1 事件・事故・故障の調査・解析の目的	21
4.2 事故・故障調査フレームワーク	22
4.3 事故・故障調査フレームワークの各ステップの概要	22
4.3.1 事件・事故・故障に関する背景調査	23
4.3.2 破損・故障した製造物・製品の実験室的検査	28
4.3.3 破損・故障モードと破損・故障メカニズムの判定	31
4.3.4 原因解明(シミュレーション/実証)	34
4.3.5 事故・事件の再構成による事故・事件経過の推定	35
4.3.6 原因・因果関係と責任の決定	36
4.3.7 報告書作成	38
4.3.8 報告書における勧告・意見	39
4.4 法工学の観点	40
4.4.1 訴訟における事故解析および故障解析	40
4.4.2 技術専門家と弁護士	41
4.4.3 技術資格証明書の重要性	41
4.4.4 法工学技術者の専門性	43
4.5 まとめ	43
第5章 事件・事故・故障に関する背景調査	
一物的証拠および観察に基づく情報等を記録した書類	44
5.1 現場訪問	46
5.2 目撃者の話	46
5.3 現場での測定	47
5.4 視覚的情報記録	48
5.5 現場における試験	53
5.6 モニター装置からのデータ	55
5.7 記録の作成	56
5.8 破損・故障モードと原因の概略判定	57

5. 9	物的証拠の保存	58
5. 10	まとめ	58
第6章	事件・事故・故障に関する背景調査	
	ー製造物・製品やサービスなどに直接的に関連する書類等(実証の情報)ー	60
6. 1	製造物・製品やサービスなどの仕様書	60
6. 2	保全および整備記録	67
6. 3	基準および標準	67
6. 4	現時点の常識的な実務	69
6. 5	データベース	70
6. 6	事故歴および訴訟事例	70
6. 7	まとめ	72
第7章	破損・故障解析のための実験室的検査	73
7. 1	非破壊分析	76
7. 1. 1	液体浸透法	77
7. 1. 2	磁粉法(磁気検査)	77
7. 1. 3	渦電流法	77
7. 1. 4	放射線透過法	78
7. 1. 5	超音波法	78
7. 1. 6	アコースティック・エミッション法	79
7. 1. 7	トモグラフィ(断層図法)	79
7. 1. 8	硬度試験	80
7. 1. 9	赤外線応力解析	80
7. 1. 10	表面変形と干渉法	81
7. 2	破壊試験	84
7. 2. 1	引張試験	84
7. 2. 2	フラクトグラフィ[破断図検査](顕微鏡検査)	84
7. 2. 3	疲労試験	87
7. 2. 4	クリープと応力破断試験	90
7. 2. 5	化学分析	93
7. 2. 6	動力学試験	94
7. 3	まとめ	95
第8章	破損・故障モードと破損・故障メカニズム	96
8. 1	過負荷による破断・故障	100
8. 1. 1	延性破壊と脆性破壊	100
8. 1. 2	延性破壊と脆性破壊のメカニズム	100
8. 1. 3	既存の欠陥や亀裂からの急速破壊	102
8. 1. 4	延性材料の破壊	103
8. 1. 5	応力拡大係数	103
8. 1. 6	破壊靱性試験	104
8. 2	疲労による破壊・故障	105
8. 2. 1	金属疲労のメカニズム	106
8. 2. 2	疲労および亀裂開始	107
8. 2. 3	亀裂の成長・伝播	107
8. 2. 4	高サイクル疲労と低サイクル疲労	108
8. 2. 5	破断	108
8. 2. 6	疲労亀裂進行の法則	109
8. 3	腐食および浸食による破壊・故障	110
8. 3. 1	腐食(Corrosion)	110
8. 3. 2	浸食(Erosion)	111
8. 3. 3	浸食性腐食	112
8. 4	環境誘因による破損・故障	112
8. 4. 1	応力腐食割れ	112
8. 4. 2	腐食疲労	115

8. 4. 3	フレットニング	116
8. 4. 4	電気接点のフレットニング腐食	116
8. 5	高温による破壊	116
8. 5. 1	クリープによる劣化・破壊	117
8. 5. 2	クリープ破壊	118
8. 5. 3	クリープにおよぼす環境効果	118
8. 5. 4	析出と金属学的諸因子の効果	118
8. 5. 5	ハンダのクリープ現象	119
8. 6	放射線照射による破壊・故障	119
8. 6. 1	中性子線照射破壊	119
8. 6. 2	中性子線照射脆化	120
8. 7	水素による破壊・故障	120
8. 7. 1	水素誘因の割れ	120
8. 7. 2	水素脆化	121
8. 7. 3	水素脆化と石油化学産業の諸問題	121
8. 8	非金属の破壊	122
8. 8. 1	高分子化合物材料の破壊・故障モード	122
8. 8. 2	溶剤クラック	124
8. 8. 3	紫外線による劣化	124
8. 8. 4	複合材料の破壊	124
8. 8. 5	ゴムおよびゴム複合材	125
8. 8. 6	セラミックス材料の破壊	126
8. 8. 7	鉄筋コンクリートの破壊	126
8. 9	まとめ	128
第9章	シミュレーションとエルゴノミクス(人間工学)	129
9. 1	シミュレーション	129
9. 2	理論的解析方法・理論的シミュレーション	132
9. 2. 1	厳密解法	133
9. 2. 2	級数展開法	133
9. 2. 3	数値積分法	133
9. 2. 4	有限差分法	134
9. 2. 5	有限要素法	134
9. 3	実験的解析方法	136
9. 4	製造物・製品に発生する破壊・故障の解析例	138
9. 4. 1	応力集中による破壊解析	138
9. 4. 2	塑性破壊解析	139
9. 4. 3	熱的・機械的過渡状態の解析	139
9. 4. 4	振動解析	140
9. 4. 5	流れ誘起振動の解析	140
9. 4. 6	疲労解析	141
9. 4. 7	エルゴノミクス(人間工学)的解析	143
9. 4. 8	ハンダクリープ破壊解析	145
9. 5	まとめ	146
第10章	事故経過の推定／事故の再構築と原因解明	147
10. 1	事故原因と責任	147
10. 2	原因の判定	150
10. 2. 1	不適当な技術設計	150
10. 2. 2	不適当な材料の選択	151
10. 2. 3	材料の不完全性	152
10. 2. 4	材料の不適切な加工と熱処理など	152
10. 2. 5	成形加工中に時々発生する材料構造の欠陥	153
10. 2. 6	予測不能な負荷条件	153
10. 2. 7	予想以上に大きく、もしくは局在化した範囲において発生する経時的劣化	154
10. 2. 8	不適切な保守と検査	154

10. 2. 9	予想以上に厳しい環境要因	154
10. 2. 10	取扱等の情報不足による不適切な使用	155
10. 2. 11	取扱等の不適切な理解にもとづく不適切な使用	155
10. 3	事件の再現	155
10. 3. 1	プラテン破壊	156
10. 3. 2	事務用椅子の破損	160
10. 3. 3	2002年台風21号による鉄塔倒壊事故解析	165
10. 3. 4	ダイオード素子焼損	173
10. 3. 5	雷撃事故評価	178
10. 4	まとめ	182
第11章	技術報告書	183
11. 1	報告書として報告すべき対象	183
11. 2	技術報告書の基本	185
11. 3	法工学技術者チームの規模	185
11. 4	報告書作成の合意	186
11. 5	報告書の構成	186
11. 6	報告書の記述における留意	188
11. 7	法工学報告書の構成	191
11. 8	意見と提言	193
11. 9	まとめ	194
第12章	法曹界と法工学	195
12. 1	用語の相違	195
12. 2	事実の発見プロセス	196
12. 3	技術と科学と法	196
12. 4	まとめ	198
第13章	結言	199
参考		200